

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
10. Mai 2002 (10.05.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 02/36484 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **B81B 3/00**

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/DE01/03839**

(22) Internationales Anmeldedatum:  
6. Oktober 2001 (06.10.2001)

(25) Einreichungssprache: **Deutsch**

(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**

(30) Angaben zur Priorität:  
100 54 484.3 3. November 2000 (03.11.2000) **DE**

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02  
20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BENZEL, Hubert**  
[DE/DE]; Stellenaeckerstrasse 3, 72124 Pliezhausen  
(DE). **WEBER, Heribert** [DE/DE]; Im Hoefle 28, 72622  
Nuertingen (DE). **ARTMANN, Hans** [DE/DE]; Lieben-  
zeller Weg 2/1, 71106 Magstadt (DE). **SCHAEFER,**  
**Frank** [DE/DE]; Otto-Erbe-Weg 52, 72070 Tuebingen  
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): **JP, US.**

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE, TR).

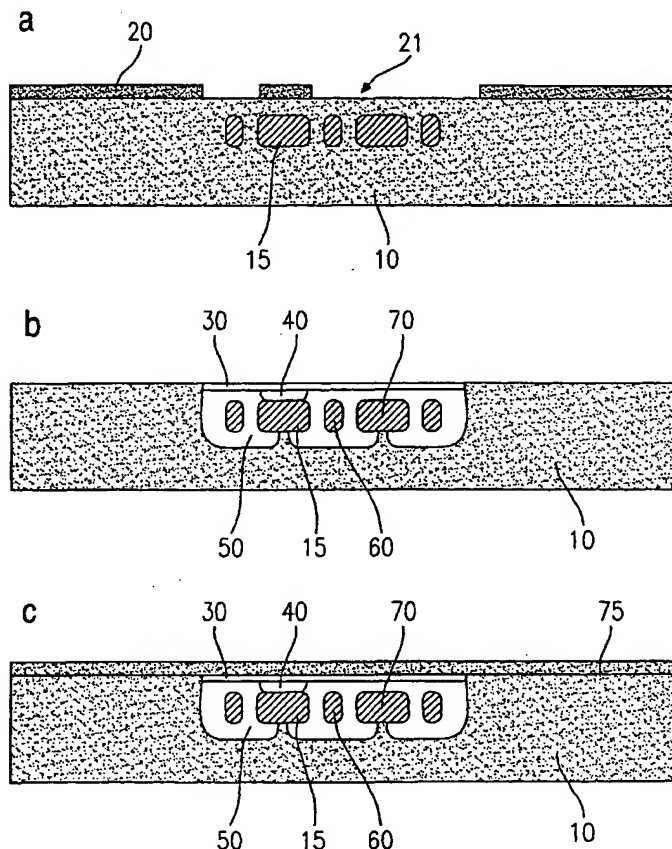
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **MICROMECHANICAL COMPONENT AND CORRESPONDING PRODUCTION METHOD**

(54) Bezeichnung: **MIKROMECHANISCHES BAUELEMENT UND ENTSPRECHENDES HERSTELLUNGSVERFAHREN**



(57) Abstract: The invention relates to the production of a micromechanical component, comprising a substrate (10), made from a substrate material with a first doping type (p), a micromechanical functional structure arranged in the substrate (10) and a cover layer for the at least partial covering of the micromechanical functional structure. The micromechanical functional structure comprises regions (15; 15a; 15b; 15c; 730; 740; 830) made from the substrate material with a second doping type (n), at least partially surrounded by a cavity (50; 50a-f) and the cover layer comprises a porous layer (30) made from the substrate material.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung schafft ein mikromechanisches Bauelement mit einem Substrat (10) aus einem Substratmaterial mit einem ersten Dotierungstyp (p); einer in dem Substrat (10) vorgesehenen mikromechanischen Funktionsstruktur; und einer Abdeckschicht zum zumindest teilweisen Abdecken der mikromechanischen Funktionsstruktur. Die mikromechanische Funktionsstruktur weist Bereiche (15; 15a; 15b; 15c; 730; 740; 830) aus dem Substratmaterial mit einem zweiten Dotierungstyp (n) auf, die zumindest teilweise von einem Hohlraum (50; 50a-f) umgeben sind, und die Abdeckschicht weist eine poröse Schicht (30) aus dem Substratmaterial auf.

WO 02/36484 A1



— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Mikromechanisches Bauelement und entsprechendes5 Herstellungsverfahren

## STAND DER TECHNIK

Die vorliegende Erfindung betrifft ein mikromechanisches  
10 Bauelement mit einem Substrat aus einem Substratmaterial  
mit einer ersten Dotierung, einer in dem Substrat vorgese-  
henen mikromechanischen Funktionsstruktur und einer Abdeck-  
schicht zum zumindest teilweisen Abdecken der mikromechani-  
schen Funktionsstruktur. Die vorliegende Erfindung betrifft  
15 ebenfalls ein entsprechendes Herstellungsverfahren.

Unter mikromechanische Funktion soll eine beliebige aktive  
Funktion, z.B. eine Sensorfunktion, oder passive Funktion,  
z.B. eine Leiterbahnfunktion, verstanden werden.

20

Obwohl auf beliebige mikromechanische Bauelemente und  
Strukturen, insbesondere Sensoren und Aktuatoren, anwend-  
bar, werden die vorliegende Erfindung sowie die ihr zugrun-  
deliegende Problematik in bezug auf ein in der Technologie  
25 der Silizium-Oberflächenmikromechanik herstellbares mikro-  
mechanisches Bauelement, z.B. einen Beschleunigungssensor,  
erläutert.

Allgemein bekannt sind monolithisch integrierte inertielle Sensoren in Oberflächenmikromechanik (OMM), bei denen die empfindlichen beweglichen Strukturen ungeschützt auf dem Chip aufgebracht sind (Analog Devices). Dadurch entsteht  
5 ein erhöhter Aufwand beim Handling und bei der Verpackung.

Umgehen kann man dieses Problem durch einen Sensor mit der Auswerteschaltung auf einem separaten Chip, z.B. werden dabei die OMM-Strukturen mittels einem zweiten Kappenwafer  
10 abgedeckt. Diese Art der Verpackung verursacht einen hohen Anteil der Kosten eines OMM-Beschleunigungssensors. Diese Kosten entstehen durch den hohen Flächenbedarf der Dichtfläche zwischen Kappenwafer und Sensorwafer und aufgrund der aufwendigen Strukturierung (2-3 Masken, Bulkmikromechanik) des Kappenwafers.  
15

In der DE 195 37 814 A1 werden der Aufbau eines funktionalen Schichtsystems und ein Verfahren zur hermetischen Verkappung von Sensoren in Oberflächenmikromechanik beschrieben. Hierbei wird die Herstellung der Sensorstruktur mit  
20 bekannten technologischen Verfahren erläutert. Die besagte hermetische Verkappung erfolgt mit einem separaten Kappenwafer aus Silizium, der mit aufwendigen Strukturierungsprozessen, wie beispielsweise KOH-Ätzen, strukturiert wird.  
25 Der Kappen-Wafer wird mit einem Glas-Lot (Seal-Glas) auf dem Substrat mit dem Sensor (Sensor-Wafer) aufgebracht. Hierfür ist um jeden Sensorchip ein breiter Bond-Rahmen notwendig, um eine ausreichende Haftung und Dichtheit der Kappe zu gewährleisten. Dies begrenzt die Anzahl der Sen-

sor-Chips pro Sensor-Wafer erheblich. Auf Grund des grossen Platzbedarfs und der aufwendigen Herstellung des Kappen-Wafers entfallen erhebliche Kosten auf die Sensor-Verkappung.

5

Fig. 10 zeigt eine schematische Querschnittsansicht eines bekannten mikromechanischen Bauelements.

10 In Figur 10 bezeichnet 10 ein Halbleitersubstrat, OS eine Opferschicht, FE eine Funktionsebene mit einer mikromechanischen Funktionsstruktur (z.B. einem Beschleunigungssensor), SG ein Sealglas, HO ein Hohlraum und KW ein Kappenwafer. Wie bereits erwähnt ist der entsprechende Herstellungsprozess relativ aufwendig, da er zwei Wafer, nämlich  
15 ein Substratwafer 10 und einen Kappenwafer KW, benötigt, welche exakt aufeinander justiert werden müssen.

Aus G. Lammel, P. Renaud, „Free-standing mobile 3D microstructures of porous silicon“, Proceedings of the 13<sup>TH</sup> European Conference on Solid-State Transducers, Eurosensors  
20 XIII, Den Haag, 1999, Seiten 535-536 ist es bekannt, unter einer porösen Siliziumschicht einen Hohlraum zu erzeugen.

#### VORTEILE DER ERFINDUNG

25

Das erfindungsgemässe mikromechanische Bauelement mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. das Herstellungsverfahren nach Anspruch 15 ermöglichen eine einfache und kostengünstige Herstellung eines mikromechanischen Bauelements, z.B.

eines Beschleunigungssensors, einer Mikropumpe, eines Strömungskanals, eines Rückschlagventils, einer Durchflussnormalen etc. unter Verwendung von porösem Substratmaterial.

5 Durch die Verwendung von solchem porösem Substratmaterial, insbesondere porösem Silizium, kann relativ einfach in einem Prozessschritt ein Hohlraum mit einer darüber liegenden Membran hergestellt werden. Im selben Prozessschritt können die mikromechanischen Strukturen hergestellt werden. Wesentliche Vorteile des erfindungsgemässen mikromechanischen Bauelements und des entsprechenden Herstellungsverfahrens sind also:

- 15 - die Herstellung von mikromechanischen Strukturen in einem Hohlraum mit darüber liegender Membran in einem einzigen Prozessschritt,
  - 20 - kein Kappenwafer mit Wafer-zu-Wafer-Justage ist nötig,
  - der Einschluss eines Vakuums im Hohlraum ist möglich,
  - die Herstellung von Strukturen mit komplexen Tiefenprofilen ist möglich.
- 25

Die der vorliegenden Erfindung zugrundeliegende Idee besteht darin, dass die mikromechanische Funktionsstruktur Bereiche aus dem Substratmaterial mit einer zweiten Dotie-

5      rung aufweist, die zumindest teilweise von einem Hohlraum  
umgeben sind, und die Abdeckschicht eine poröse Schicht aus  
dem Substratmaterial aufweist. Bei der Herstellung wird  
ausgenutzt, dass beim Anodisieren des Substrats die p-  
dotierten Bereiche gut ätzbar, jedoch die n-dotierten Be-  
reiche nicht oder nur unwesentlich an der Oberfläche ätzbar  
sind.

10      In den Unteransprüchen finden sich vorteilhafte Weiterbil-  
dungen und Verbesserungen des jeweiligen Gegenstandes der  
Erfindung.

15      Gemäss einer bevorzugten Weiterbildung ist eine Verschluss-  
schicht zum Verschliessen der Poren der porösen Schicht  
vorgesehen. So lässt sich unter der Membran eine vorbe-  
stimmte Atmosphäre einstellen.

20      Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weist die  
Verschlusschicht eine auf dem porösen Bereich gebildete  
Oxidschicht auf.

25      Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weist min-  
destens einer der Bereiche aus dem Substratmaterial mit dem  
zweiten Dotierungstyp einen Stützbereich zum Stützen des  
porösen Bereichs auf.

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist minde-  
stens einer der Bereiche aus dem Substratmaterial mit dem

zweiten Dotierungstyp vollständig von seiner Umgebung losgelöst.

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung umfasst der  
5 Hohlraum einen Strömungskanal, der durch mindestens zwei Rückseitenöffnungen anschliessbar ist.

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung sind die Rückseitenöffnungen über eine jeweilige Durchlassöffnung  
10 angeschlossen, die im Bereich gebildet ist.

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist eine Verschlusschicht zum Verschliessen der Poren der porösen Schicht vorgesehen und ist auf der Verschlusschicht eine  
15 Erfassungseinrichtung zum piezoresistiven Erfassen der Strömungsgeschwindigkeit vorgesehen.

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist innerhalb des Strömungskanals eine Rückschlagventileinrichtung  
20 oberhalb einer entsprechenden Durchlassöffnung vorgesehen, die mindestens einen der Bereiche aus dem Substratmaterial mit dem zweiten Dotierungstyp aufweist, der vollständig von seiner Umgebung losgelöst oder federnd mit dem Substratmaterial verbunden ist.

25

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung sind zwei Rückschlagventileinrichtungen unterschiedlicher Geometrie oberhalb einer entsprechenden Durchlassöffnung vorgesehen; wobei eine Verschlusschicht zum Verschliessen der Poren



der porösen Schicht vorgesehen ist und der poröse Bereich mit der Verschlussschicht als Pumpenmembran betätigbar ist.

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung umfasst der  
5 Hohlraum einen kreisförmigen inneren Strömungskanal und einen konzentrischen äusseren Strömungskanal, welche durch radiale Durchgangsöffnungen in einem Trennbereich aus dem Substratmaterial mit dem zweiten Dotierungstyp verbunden sind, wobei der innere Strömungskanal durch einen Steg  
10 unterbrochen ist und auf der einen Seite des Stegs eine Rückseiten-Eingangsöffnung und auf der anderen Seite des Stegs eine erste Rückseiten-Ausgangsöffnung vorgesehen sind, und wobei im äusseren Strömungskanal eine zweite Rückseiten-Ausgangsöffnung vorgesehen ist; so dass eine  
15 durch die Rückseiten-Eingangsöffnung einströmendes Medium durch die Zentrifugalkraft massenspezifisch durch die erste und zweite Rückseiten-Ausgangsöffnung separierbar ist.

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weist das  
20 Substrat mindestens einen Graben auf, der teilweise mit einem Dotierstoff des zweiten Dotierungstyp und teilweise mit einem Füllmaterial aufgefüllt ist.

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist das  
25 Substratmaterial Silizium.

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung sind die Bereiche aus dem Substratmaterial mit dem zweiten Dotierungstyp in verschiedenen Tiefen im Substrat vorgesehen.

## ZEICHNUNGEN

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen  
5 dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Es zeigen:

- 10 Fig. 1a-c eine schematische Querschnittsansicht zur Illustration einer Ausführungsform des erfindungsgemässen Herstellungsverfahrens zum Herstellen eines mikromechanischen Bauelements;
- 15 Fig. 2 eine Variante der Ausführungsform des erfindungsgemässen Herstellungsverfahrens nach Fig. 1a;
- Fig. 3a,b eine weitere Variante der Ausführungsform des erfindungsgemässen Herstellungsverfahrens nach Fig.  
20 1;
- Fig. 4a-d noch eine weitere Variante der Ausführungsform des erfindungsgemässen Herstellungsverfahrens nach Fig. 1;
- 25 Fig. 5a,b eine schematische Darstellung eines mikromechanischen Bauelements gemäss einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, und zwar

Fig. 5a in Querschnittsansicht und Fig. 5b in Draufsicht;

5 Fig. 6a,b eine schematische Darstellung eines mikromechanischen Bauelements gemäss einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, und zwar Fig. 6a in Querschnittsansicht und Fig. 6b in Draufsicht;

10 Fig. 7a,b eine schematische Querschnittsansicht eines mikromechanischen Bauelements gemäss einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, und zwar Fig. 7a mit einer Mikro-Verschlusskugel und Fig. 7b mit einer Mikro-Verschlussplatte;

15 Fig. 8a,b eine schematische Darstellung eines mikromechanischen Bauelements gemäss einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, und zwar Fig. 9a in Querschnittsansicht und Fig. 8b in  
20 Draufsicht;

Fig. 9a,b eine schematische Darstellung eines mikromechanischen Bauelements gemäss einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, und zwar  
25 Fig. 9a in Querschnittsansicht und Fig. 9b in Draufsicht; und

Fig. 10 eine schematische Querschnittsansicht eines bekannten mikromechanischen Bauelements.

## BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche  
5 oder funktionsgleiche Komponenten.

Fig. 1a-c zeigen schematische Querschnittsansichten zur Il-  
lustration einer Ausführungsform des erfindungsgemässen  
Herstellungsverfahrens zum Herstellen eines mikromechani-  
10 schen Bauelements.

In Figur 1a bezeichnen 10 ein p-dotiertes Wafersubstrat aus  
Silizium, 15 n-dotierte Bereiche im Substrat 10, 20 eine  
Metallmaske und 21 Metallmaskenöffnungen.

15

Bei dem Verfahren gemäss der vorliegenden Ausführungsform  
werden die n-dotierten Bereiche im Substrat 10 mit Stan-  
dardhalbleiterprozessen im p-dotierten Substrat 10 erzeugt.  
Beispiele für solche Prozesse sind Implantationsverfahren,  
20 bei denen durch die Einstellung der Energie die Eindring-  
tiefe mit einer entsprechenden Verteilung festgelegt werden  
kann. Die n-dotierten Bereiche 15 sind somit in einer ge-  
wissen Tiefe unterhalb der Substratoberfläche und mögli-  
cherweise, obwohl nicht gezeigt, auch an der Substratober-  
25 fläche angeordnet.

Im darauffolgenden Prozessschritt werden Teile der Sub-  
stratoberfläche mit der Metallmaske 20 maskiert. An Stelle

der Metallmaske 20 könnte auch eine Nitridmaske, eine Oxinitridmaske u.ä. verwendet werden.

Mit Bezug auf Figur 1b werden die durch die Maske 20 definierten Bereiche des Substrats 10 durch Flusssäure (HF) elektrochemisch porös geätzt. Die Porosität wird dabei durch die Stromdichte gesteuert. Anfänglich wird eine geringe Stromdichte angelegt, wodurch eine Schicht mit kleiner Porosität erzeugt wird. Anschliessend wird die Stromdichte über einen kritischen Wert erhöht. Zusätzlich kann die Flusssäurekonzentration verringert werden oder andere Lösungen, die eine  $H_2$ -Bildung unterbinden, verwendet werden. Damit werden die Poren im unteren Bereich der porösen Schicht 30 derart gross, dass das Substratmaterial vollständig herausgeätzt wird und sich der Hohlraum 50 unterhalb einer verbleibenden porösen Schicht 30 bildet. In diesem Fall spricht man von Elektropolitur. Der Materialabtrag erfolgt dabei durch die poröse Schicht 30.

Die sich so bildende Struktur in der Funktionsebene, gebildet durch die Bereich 15, umfasst freigestellte Strukturen 60 und feststehende Strukturen 70, und insbesondere auch Strukturelemente, welche durch einen Stützbereich 40 mit der porösen Schicht 30 verbunden sind, also gleichsam eine Membranstütze bilden. Je nach Breite der n-dotierten Strukturen können die Strukturen also insbesondere auch unterätzt und somit freigestellt werden (siehe Bezugszeichen 60 in Figur 1b).

Bei dem erfindungsgemässen Herstellungsverfahren gemäss dieser Ausführungsform wird ausgenützt, dass unterschiedliche Dotierungen, hier n und p, im Halbleitersubstrat 10 unterschiedlich auf den elektrochemischen Ätzangriff reagieren. Insbesondere können die p-dotierten Bereiche im Halbleitersubstrat 10 sehr gut anodisiert werden, die n-dotierten Bereiche 15 widerstehen dagegen dem Ätzangriff sehr gut. Die vergrabenen n-dotierten Bereiche 15 werden demnach während der Anodisierung nicht angegriffen. Ein eventuell oberflächlich gebildeter poröser Film auf den n-dotierten Gebieten 15 kann durch Tempern in  $H_2$  oder durch einen kurzen Dip in Silizium ätzenden Lösungen, z.B. TMAH, oder KOH-haltigen Lösungen beseitigt werden. Die Ätzfront läuft in diesem Fall um die n-dotierten Bereiche 15 herum.

15 Mit Bezug auf Figur 1c können die Poren des porösem Siliziumbereichs 30, die den Hohlraum 50 nach oben begrenzen, durch unterschiedliche Prozesse verschlossen werden. Möglich ist eine Schichtabscheidung mit Oxid, Nitrid, Metall, Epitaxie oder die Aufoxidation der porösen Schicht 30 zur  
20 Bildung der Verschlusschicht 75. Auch ein Tempern in  $H_2$  kann zu einem vakuumdichten Verschluss führen, beispielsweise von Temperaturen oberhalb  $1000^\circ C$ . Die Druckverhältnisse während des Verschliessprozesses bestimmen den sich  
25 in Hohlraum 50 einstellenden Innendruck, wobei  $H_2$  durch Tempern ausdiffundieren kann.

Die in Figur 1c gezeigte Struktur könnte als Beschleunigungssensor dienen. In bekannter Weise können die freige-

stellten Strukturen 60 bei Querschleunigungen schwingen, wodurch sich periodisch der Abstand zwischen den freigestellten Strukturen 60 und den feststehenden Strukturen 70 ändert. Die Abstandsänderung kann in bekannter Weise durch ein Interdigitalkondensator kapazitiv ausgewertet werden. Soll ein Vakuum unter der Verschlussmembran bestehend aus dem porösem Bereich 30 und der Verschlusschicht 70 eingeschlossen werden, so kann diese durch die besagten Schutzbereiche 40 stabilisiert werden.

10

Als Option können alle mit diesem Verfahren hergestellten mikromechanischen Strukturen zusammen mit einer entsprechenden integrierten Schaltung, z.B. eine Auswerteschaltung, hergestellt werden. Dazu kann optional auf den porösen Bereich eine Epitaxieschicht abgeschieden werden. Die entsprechenden Schaltungsbestandteile werden beispielsweise in CMOS, Bipolar- oder Mischprozessen hergestellt.

15

20

Fig. 2 zeigt eine Variante der Ausführungsform des erfindungsgemässen Herstellungsverfahrens nach Fig. 1.

25

Mit Bezug auf Figur 2 bezeichnet Bezugszeichen 200 eine Dotierungsmaske und 201 eine Dotierungsmaskenöffnung. Im Unterschied zu der Metallmaske 20 gemäss Figur 1a-c wird bei dieser Ausführungsform eine n-Dotierung als Maske 200 verwendet. Selbstverständlich ist auch die Kombination einer n-Dotierung als Maske und einer zusätzlichen Maskenschicht auf der dotierten Substratoberfläche, z.B. Nitrid, möglich.

Fig. 3a,b zeigen eine weitere Variante der Ausführungsform des erfindungsgemässen Herstellungsverfahrens nach Fig. 1.

Bei der Variante gemäss Figur 3 sind die n-dotierten Bereiche 30 in verschiedenen Tiefen vorgesehen. Dies ist insbesondere durch Wahl verschiedener Implantationsenergien möglich. Dadurch können auch Strukturen mit sehr komplexen Tiefenprofilen hergestellt werden. In Figur 3a,b dargestellten Beispiel sind zwei verschiedene Implantationen zur Erstellung der oberen Funktionsebene mit den n-dotierten Bereichen 15a und zur Herstellung der Funktionsebene mit den n-dotierten Bereichen 15b durchgeführt worden. Ansonsten verlaufen die Verfahrensschritte, wie bereits mit Bezug auf Figur 1a-c ausführlich beschrieben.

Eine weitere Möglichkeit, die zweite Funktionsebene einzubringen, ist nach der Implantation der ersten Funktionsebene eine Epitaxieschicht aufzubringen, in die die zweite Funktionsebene implantiert wird.

Fig. 4a-d zeigen noch eine weitere Variante der Ausführungsform des erfindungsgemässen Herstellungsverfahrens nach Fig. 1.

In Figur 4a bezeichnet 80 zusätzlich zu den bereits eingeführten Bezugszeichen Gräben im p-dotierten Halbleitersubstrat 10. Diese Gräben werden gemäss üblicher Techniken in das Halbleitersubstrat 10 eingebracht, beispielsweise durch eine Ätztechnik in Verbindung mit einer Hartmaske.



Wie in Figur 4b gezeigt, findet nach der Schaffung der Gräben 80 eine Gasphasenbelegung mit einem n-dotierten Belegungsschichten 90, z.B. Epitaxiesilizium, statt, um die n-dotierten Bereiche 15c zu bilden. Anschliessend werden, wie mit Bezug auf Figur 4c dargestellt, die Gräben mittels eines Füllmaterials, z.B. Polysilizium, aufgefüllt und die resultierende Struktur planarisiert. Schliesslich erfolgt mit Bezug auf Figur 4d die Abscheidung einer Epitaxie-Polysiliziumschicht 150.

Diese Vorgehensweise von Grabenbildung, Dotierung, Auffüllung und epitaktischer Abscheidung lässt sich zyklisch wiederholen, um komplizierte Tiefenprofile zu erzeugen. Insbesondere ermöglicht diese Variante zur Erzeugung der n-dotierten Bereiche mittels der Gräben 80 und der Belegungsschicht 90 die Erstellung eines sehr scharfen Dotierungsprofils mit hohem Aspektverhältnis. Zur Auffüllung kann neben z.B. n-dotierten Polysilizium auch Oxid, BPSG u.ä. verwendet werden. Insbesondere kann das Füllmaterial 100 auch entweder n-dotiert oder p-dotiert sein, je nachdem wie die resultierende Struktur aussehen soll.

Im Anschluss an Figur 4d finden die mit Bezug auf Figur 1b und c erläuterten weiteren Prozessschritte statt.

Fig. 5a,b zeigen eine schematische Darstellung eines mikro-mechanischen Bauelements gemäss einer ersten Ausführungs-

form der vorliegenden Erfindung, und zwar Fig. 5a in Querschnittsansicht und Fig. 5b in Draufsicht.

Figur 5a, b illustrieren eine Anwendung als verzweigten Strömungskanal mit definierten Durchlassöffnungen. Bei dieser Ausführungsform sind die Durchlassöffnungen als Rückseitenöffnungen 510 vorgesehen, während der poröse Bereich 30 durch eine Verschlussschicht 75 hermetisch verschlossen ist. Die n-dotierten Bereiche 15 dienen zur Begrenzung des Hohlraums 50a nach unten und damit als Boden des Strömungskanals. Die y-förmige Struktur des Strömungskanals lässt sich durch eine geeignete Maskierung erreichen.

Insbesondere sind bei der in Figur 5a, b gezeigten Struktur Durchlassöffnungen 520 vorgesehen, welche in dem n-dotierten Bereich 15 vorgesehen sind und dafür, dass beim Ätzen der Rückseitenöffnungen 510 von der Rückseite her, die Durchgänge nicht so gross werden, was durch das entsprechende kelchförmige Rückseitenätzprofil angedeutet ist. Insofern wirkt der n-dotierte Bereich 15 auch als Ätzstop für das Ätzen von der Rückseite her.

Bei einer nichtgezeigten Weiterbildung der Struktur nach Figur 5a, b wird eine zusätzliche Epitaxieschicht abgeschieden und darauf werden Leistungsbaulemente, z.B. Leistungstranistoren realisiert. Dann kann der Strömungskanal eine Kühlflüssigkeit oder ein Kühlgas bzw. ein anderes Kühlmedium leiten, so dass die Leistungsbaulemente von der Rückseite her mit guter thermischer Ankopplung gekühlt wer-

den können. Dies hätte gegenüber einer Kühlung von der Vorderseite den Vorteil, dass die Oberfläche nicht vor dem Kühlmedium geschützt werden müsste. Bevorzugt wird für diese nicht gezeigte Anwendung der Strömungskanal mäanderförmig oder in sonstiger Richtung verschlungen ausgeführt.

Fig. 6a,b zeigen eine schematische Darstellung eines mikro-mechanischen Bauelements gemäss einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, und zwar Fig. 6a in Querschnittsansicht und Fig. 6b in Draufsicht.

Die in Figur 6a, b gezeigte Struktur ist eine Weiterbildung der in Figur 5a, b gezeigten Struktur. Hierbei sind piezoresistive Widerstandselemente 630, 630' auf der Verschluss-schicht oberhalb des porösem Bereichs 30 vorgesehen. Bei unterschiedlichen Strömungsgeschwindigkeiten in Strömungsrichtung ST ergibt sich somit ein unterschiedlicher Druck, der die Membran und somit die piezoresistiven Widerstände 630, 630' unterschiedlich starker Spannung aussetzt. Die daraus resultierende Widerstandsänderung kann ausgewertet werden. Möglich ist auch der Einsatz einer Heizstruktur mit Temperaturfühlern analog bis zu bisherigen thermischen Massenflusssensoren.

Vorteilhaft ist hierbei, dass aufgrund der Zuführung des Massenflusses von der Rückseite her kein Medienschutz der Widerstandselemente 630, 630' notwendig ist.

Fig. 7a,b zeigen eine schematische Querschnittsansicht eines mikromechanischen Bauelements gemäss einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, und zwar Fig. 7a mit einer Mikro-Verschlusskugel und Fig. 7b mit einer Mikro-Verschlussplatte.

Die in Figur 7a, b gezeigte Ausführungsform betrifft ein Rückschlagventil. Hier bezeichnet 730 eine Mikro-Verschlusskugel in Figur 7a und 740 ein Mikro-Verschlussplatte in Figur 7b, welche zusammen mit Durchgangsoffnung 720 in dem n-dotierten Bereich 15b ein Rückschlagventil bilden. Dabei werden die Mikro-Verschlusskugel 730 bzw. die Mikro-Verschlussplatte 740 während des Anodisierungsprozesses gleichzeitig mit dem Durchgangskanal bzw. der Durchlassöffnung 720 erzeugt und sorgen für eine Abdichtung der Durchlassöffnung 720 bei einem Rückfluss.

Fig. 8a,b zeigen eine schematische Darstellung eines mikromechanischen Bauelements gemäss einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, und zwar Fig. 9a in Querschnittsansicht und Fig. 8b in Draufsicht.

Bei dem in Figur 8a, b dargestellten Beispiel handelt es sich um eine Mikropumpe. Bei diesem Beispiel ist die Membran bestehend aus dem porösem Bereich 30 und der Verschlusschicht 70 dünner ausgebildet und in der Richtung MA auslenkbar.

Solch eine Auslenkung kann z.B. dadurch realisiert werden, dass eine magnetische Schicht als Verschlusschicht 75 verwendet wird, welche durch einen Elektromagneten auslenkbar ist. Ebenfalls denkbar sind eine thermische Auslenkung der Membran oder eine elektrostatische Auslenkung. Dabei vergrössert bzw. verkleinert sich der Hohlraum 50d volumenmässig, und durch den Einsatz zweier unterschiedlicher Rückschlagventile 830, 830' lässt sich eine Strömungsrichtung ST einprägen. Beim vorliegenden Beispiel ist das Rückschlagventil 830 kugelförmig ausgeführt und das Rückschlagventil 830' in Form eines Ellipsoid, welches mit einer ellipsenförmigen länglichen Öffnung zusammenwirkt.

Beim Auslenken der Membran nach oben verschliesst das Rückschlagventil 830' den rechten Einlass, während an dem Rückschlagventil Flüssigkeit vorbeiströmen kann. Somit wird durch die linke Durchlassöffnung Flüssigkeit angesaugt. Beim Auslenken nach unten verschliesst das linke Rückschlagventil 830 die runde Durchlassöffnung, während an dem rechten Rückschlagventil 830' Flüssigkeit vorbeiströmen kann. Somit wird die angesaugte Flüssigkeit durch die rechte Durchlassöffnung herausgedrückt.

Fig. 9a,b zeigen eine schematische Darstellung eines mikro-mechanischen Bauelements gemäss einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, und zwar Fig. 9a in Querschnittsansicht und Fig. 9b in Draufsicht.

Die in Figur 9a, b gezeigte Struktur stellt eine Gaszentrifuge dar. Die Gaszentrifuge umfasst einen kreisförmigen inneren Strömungskanal 50e und einen konzentrischen äusseren Strömungskanal 50f, welche durch radiale Durchgangsöffnungen 905 in einem Trennbereich 15 aus dem Substratmaterial miteinander verbunden sind. Der innere Strömungskanal ist durch einen Steg 910 unterbrochen. Auf der einen Seite des Stegs befindet sich eine Rückseiten-Eingangsöffnung E, und auf der anderen Seite des Stegs 910 ist eine erste Rückseiten-Ausgangsöffnung A1 vorgesehen. Im äusseren Strömungskanal 50f ist eine zweite Rückseitenöffnung A2 am Ende vorgesehen. Damit ist ein durch die Rückseiten-Eingangsöffnung E einströmendes Medium durch die Zentrifugalkraft massenspezifisch zur ersten bzw. zweiten Rückseiten-Ausgangsöffnung A1, A2 leitbar. Mit anderen Worten werden aufgrund der Zentrifugalkraft die schwereren Gasbestandteile in den äusseren Strömungskanal 50f gedrückt, während die leichteren Gasbestandteile in den inneren Strömungskanal 50e bleiben. Zur Verstärkung der betreffenden Trennwirkung können mehrere solcher Gaszentrifugen seriell hintereinander geschaltet werden.

Obwohl die vorliegende Erfindung vorstehend anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele beschrieben wurde, ist sie darauf nicht beschränkt, sondern auf vielfältige Weise modifizierbar.

Es können insbesondere beliebige mikromechanische Grundmaterialien, wie z.B. Germanium, verwendet werden, und nicht

nur das exemplarisch angeführte Siliziumsubstrat. Auch können beliebige Sensorstrukturen gebildet werden.

Mikromechanisches Bauelement und entsprechendes5 Herstellungsverfahren

## PATENTANSPRÜCHE

1. Mikromechanisches Bauelement mit:

10

einem Substrat (10) aus einem Substratmaterial mit einem ersten Dotierungstyp (p);

15

einer in dem Substrat (10) vorgesehenen mikromechanischen Funktionsstruktur; und

einer Abdeckschicht zum zumindest teilweisen Abdecken der mikromechanischen Funktionsstruktur;

20

dadurch gekennzeichnet, dass

25

die mikromechanische Funktionsstruktur Bereiche (15; 15a; 15b; 15c; 730; 740; 830) aus dem Substratmaterial mit einem zweiten Dotierungstyp (n) aufweist, die zumindest teilweise von einem Hohlraum (50; 50a-f) umgeben sind; und

die Abdeckschicht eine poröse Schicht (30) aus dem Substratmaterial aufweist.



2. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Verschlusschicht (75) zum Verschliessen der Poren der porösen Schicht (30) vorgesehen ist.

5

3. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Verschlusschicht (75) eine auf dem porösen Bereich gebildete Oxidschicht aufweist.

10

4. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einer der Bereiche (15; 15a; 15b; 15c; 730; 740; 830) aus dem Substratmaterial mit dem zweiten Dotierungstyp (n) einen Stützbereich (40) zum Stützen des porösen Bereichs (30) aufweist.

15

5. Mikromechanisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einer der Bereiche (15; 15a; 15b; 15c; 730; 740; 830) aus dem Substratmaterial mit dem zweiten Dotierungstyp (n)

20

vollständig von seiner Umgebung losgelöst oder federnd mit dem Substrat verbunden ist.

6. Mikromechanisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Hohlraum (50a-f) einen Strömungskanal umfasst, der durch mindestens zwei Rückseitenöffnungen (E, A1, A2; 510; 610; 710; 810) anschliessbar ist.

25

7. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Rückseitenöffnungen (E, A1, A2; 510; 610; 710; 810) über eine jeweilige Durchlassöffnung (520, 620, 720, 820, 820') angeschlossen sind, die im Bereich (15) gebildet ist.

8. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine Verschlusschicht (75) zum Verschliessen der Poren der porösen Schicht (30) vorgesehen ist und auf der Verschlusschicht (75) eine Erfassungseinrichtung (630; 630') zum piezoresistiven Erfassen der Strömungsgeschwindigkeit vorgesehen ist.

9. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb des Strömungskanal eine Rückschlagventileinrichtung oberhalb einer entsprechenden Durchlassöffnung (520, 620, 720, 820, 820') vorgesehen ist, die mindestens einen der Bereiche (730; 740; 830) aus dem Substratmaterial mit dem zweiten Dotierungstyp (n) aufweist, der vollständig von seiner Umgebung losgelöst oder federnd mit dem Substrat verbunden ist.

10. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Rückschlagventileinrichtungen unterschiedlicher Geometrie oberhalb einer entsprechenden Durchlassöffnung (820, 820') vorgesehen sind; eine Verschlusschicht (75) zum Verschliessen der Poren der porösen Schicht (30) vorgesehen ist; und der poröse Bereich (30)

mit der Verschlussschicht (75) als Pumpenmembran betätigbar ist.

11. Mikromechanisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Hohlraum (50a-f) einen kreisförmigen inneren Strömungskanal (50e) und einen konzentrischen äusseren Strömungskanal (50f) umfasst, welche durch radiale Durchgangsöffnungen (905) in einem Trennbereich (15) aus dem Substratmaterial mit dem zweiten Dotierungstyp (n) verbunden sind umfasst, wobei der innere Strömungskanal (50e) durch einen Steg (910) unterbrochen ist und auf der einen Seite des Stegs (910) eine Rückseiten-Eingangsöffnung (E) und auf der anderen Seite des Stegs (910) eine erste Rückseiten-Ausgangsöffnung (A1) vorgesehen sind, und wobei im äusseren Strömungskanal (50f) eine zweite Rückseiten-Ausgangsöffnung (A2) vorgesehen ist; so dass ein durch die Rückseiten-Eingangsöffnung (E) einströmendes Medium durch die Zentrifugalkraft massenspezifisch durch die erste und zweite Rückseiten-Ausgangsöffnung (A1; A2) separierbar ist.

12. Mikromechanisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat (10) mindestens einen Graben (80) aufweist, der teilweise mit einem Dotierstoff des zweiten Dotierungstyp (n) und teilweise mit einem Füllmaterial (100) aufgefüllt ist.

13. Mikromechanisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Substratmaterial Silizium ist.

- 5 14. Mikromechanisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bereiche (15; 15a; 15b; 15c; 730; 740; 830) aus dem Substratmaterial mit dem zweiten Dotierungstyp (n) in verschiedenen Tiefen im Substrat (10) vorgesehen sind.

10

15. Verfahren zur Herstellung eines mikromechanischen Bauelementes mit den Schritten:

- Bereitstellen eines Substrats (1) aus einem Substratmaterial mit einem ersten Dotierungstyp (p);
- 15

Vorsehen einer mikromechanischen Funktionsstruktur in dem Substrat (10); und

- 20 Vorsehen einer Abdeckschicht zum zumindest teilweisen Abdecken der mikromechanischen Funktionsstruktur;

g e k e n n z e i c h n e t durch die Schritte

- 25 Vorsehen von Bereichen (15; 15a; 15b; 15c; 730; 740; 830) aus dem Substratmaterial mit einem zweiten Dotierungstyp (n) in der mikromechanischen Funktionsstruktur;

Bilden einer Maske (20; 200) für die mikromechanische Funktionsstruktur; und

anodisches Ätzen der mikromechanischen Funktionsstruktur

- 5 mit den Bereichen (15; 15a; 15b; 15c; 730; 740; 830) unter Verwendung der Maske, so dass die Bereiche (15; 15a; 15b; 15c; 730; 740; 830) zumindest teilweise von einem Hohlraum (50; 50a-f) umgeben sind und sich die Abdeckschicht als eine poröse Schicht (30) aus dem Substratmaterial bildet.

10

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass eine Verschlusschicht (75) zum Verschliessen der Poren der porösen Schicht (30) vorgesehen wird.

- 15 17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Verschlusschicht (75) durch eine Oxidation der porösen Schicht (30) gebildet wird.

18. Verfahren nach Anspruch 15, 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass eine Temperung durchgeführt wird, um einen oberflächlich gebildeten porösen Film auf den Bereichen (15; 15a; 15b; 15c; 730; 740; 830) zu entfernen.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Maske (200) durch Dotieren der Oberfläche des Substrats (10) zum Erzeugen von Bereichen des zweiten Dotierungstyps (n) gebildet wird.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Bereiche (15; 15a; 15b; 15c; 730; 740; 830) aus dem Substratmaterial mit dem zweiten Dotierungstyp (n) in verschiedenen Tiefen im Substrat (10) vorgesehen werden.

21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Bereiche (15; 15a; 15b; 15c; 730; 740; 830) durch eine zyklische Abfolge von Dotieren des Substrats (10) und epitaktischem Abscheiden des Substratmaterials hergestellt werden.

22. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Bereiche (15; 15a; 15b; 15c; 730; 740; 830) durch mehrere Implantationen mit verschiedenen Eindringtiefen hergestellt werden.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Bereiche (15; 15a; 15b; 15c; 730; 740; 830) aus dem Substratmaterial mit dem zweiten Dotierungstyp (n) durch die folgenden Schritte hergestellt werden:

Vorsehen von Gräben (80) in dem Substrat (10);

Einbringen eines Dotierstoffs des zweiten Dotierungstyp (n) in die Gräben (80);

Auffüllen der Gräben mit einem Füllmaterial (100);

Planarisieren der resultierenden Struktur; und

epitaktisches Abscheiden des Substratmaterials.

5

24. Verfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass das Einbringen des Dotierstoffs des zweiten Dotierungstyp (n) in die Gräben (80) durch eine Gasphasenabscheidung erfolgt.

1/9

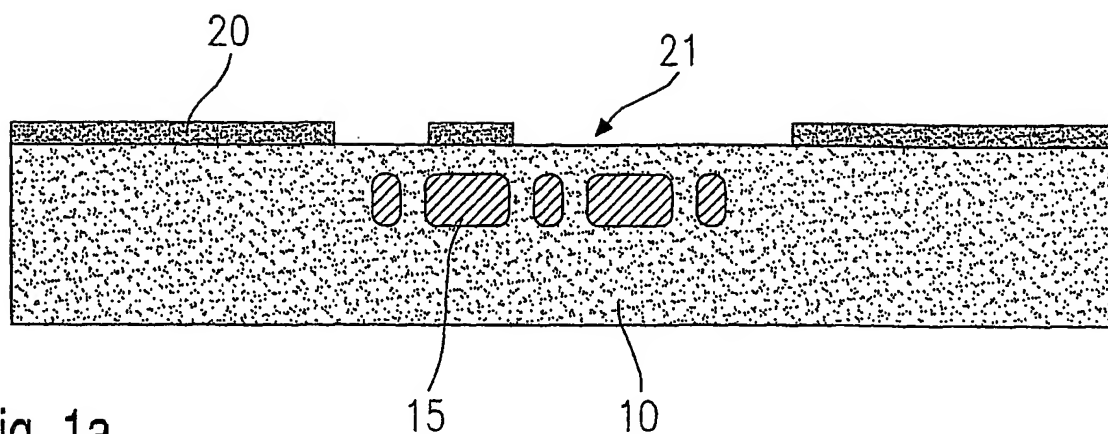


Fig. 1a

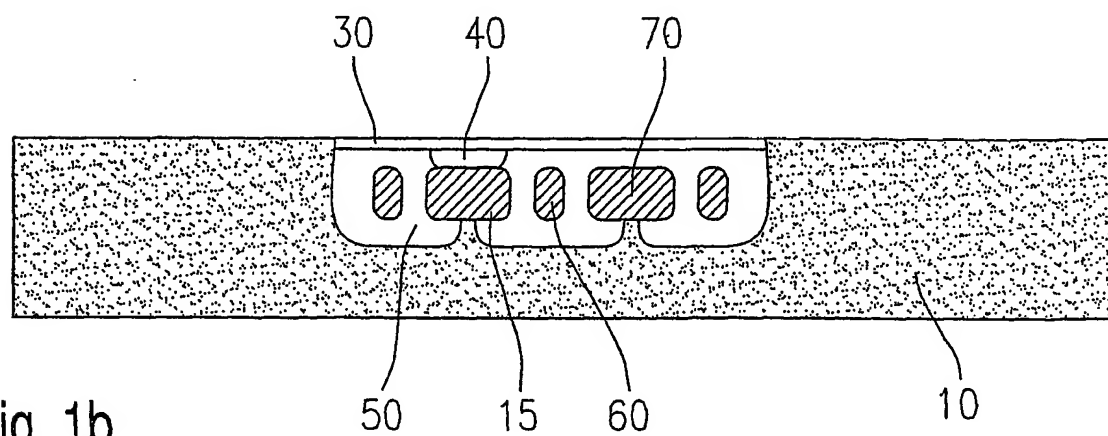


Fig. 1b

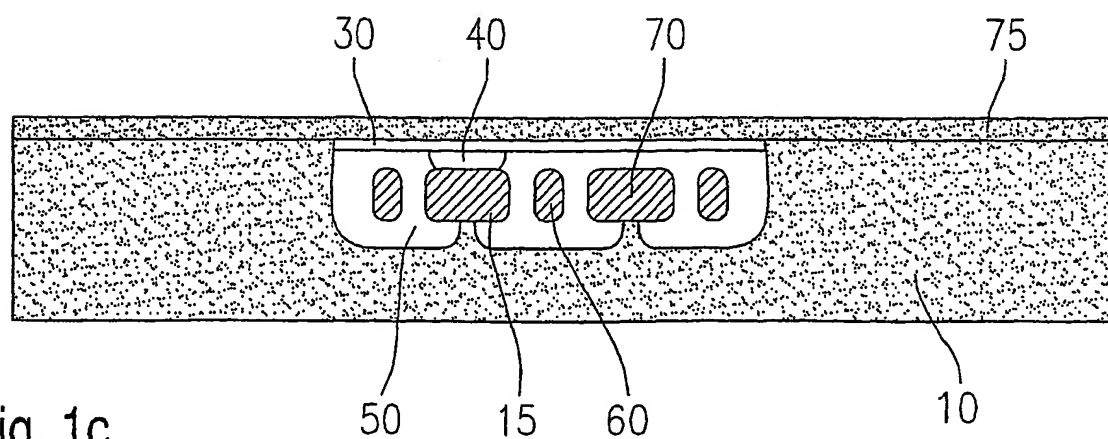


Fig. 1c



2/9

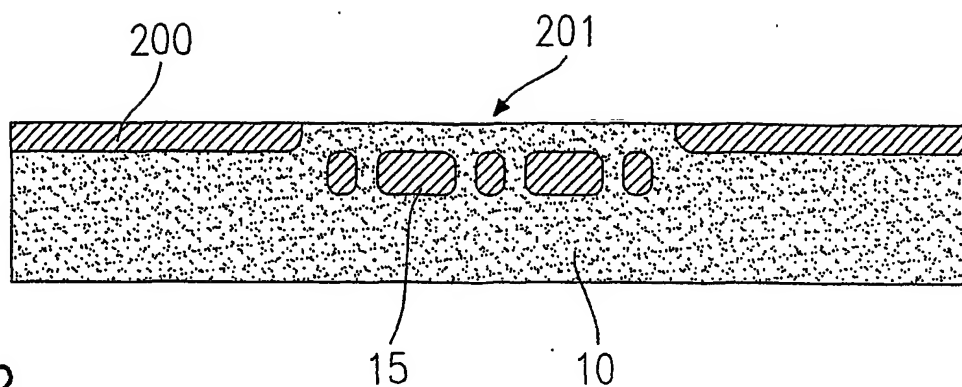


Fig. 2

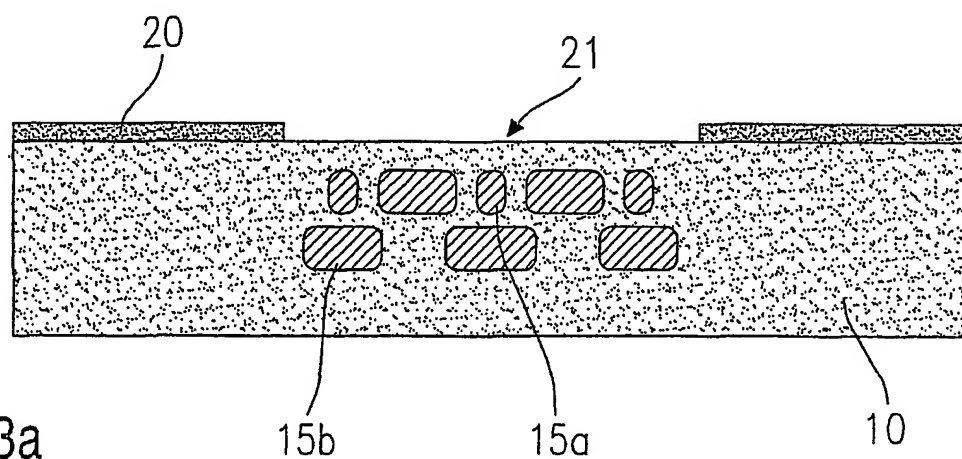


Fig. 3a

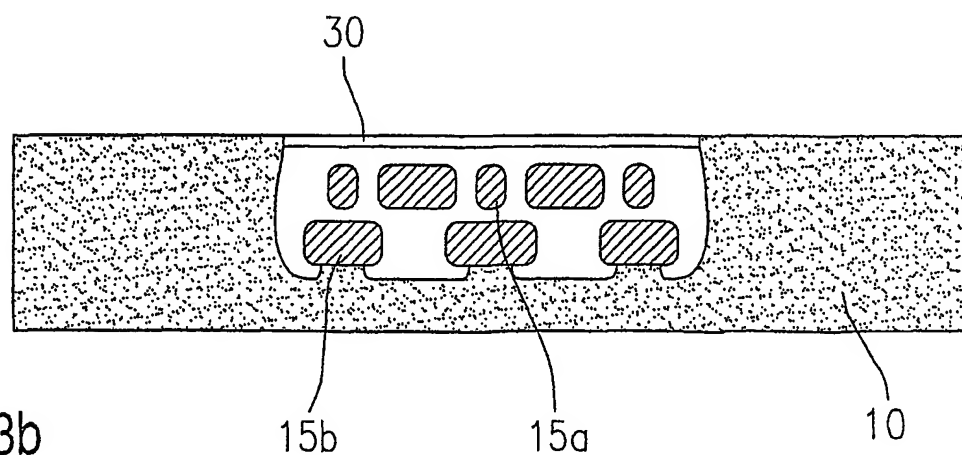


Fig. 3b

3/9

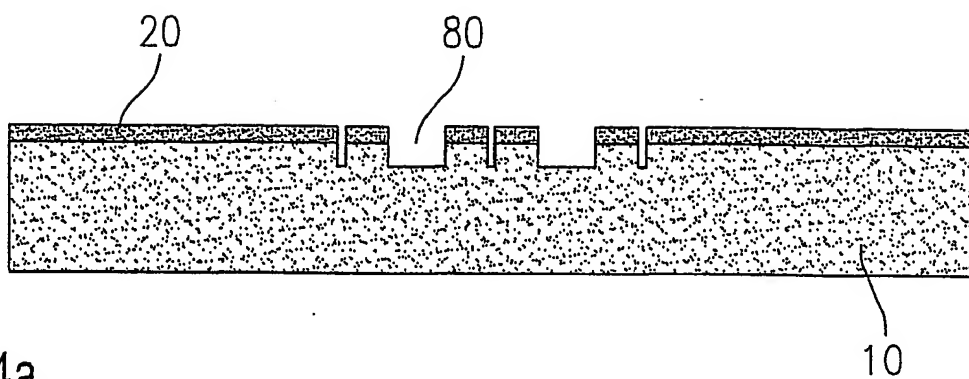


Fig. 4a

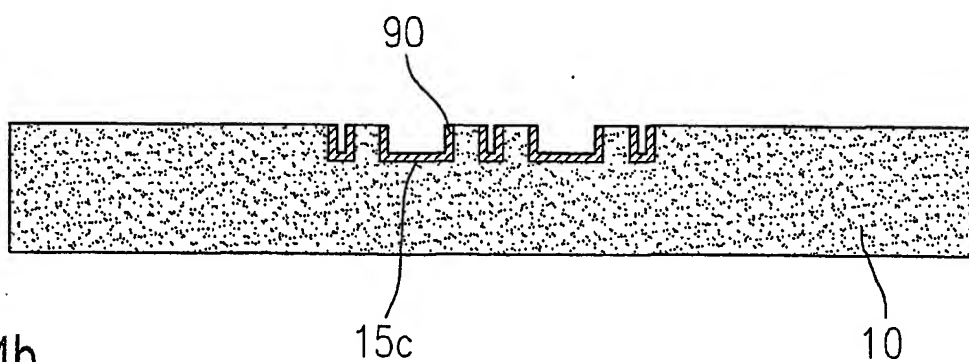


Fig. 4b

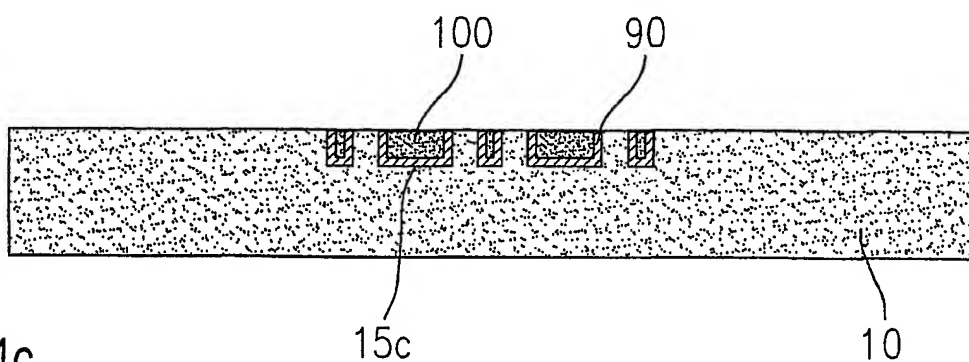


Fig. 4c

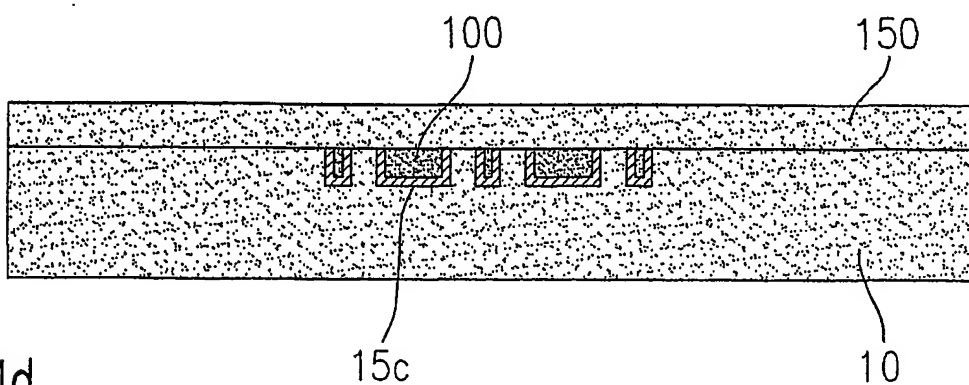


Fig. 4d

4/9

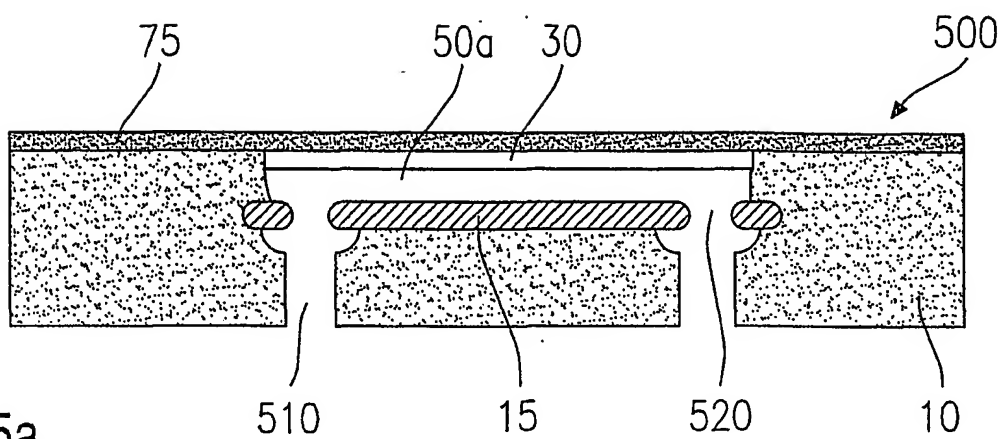


Fig. 5a

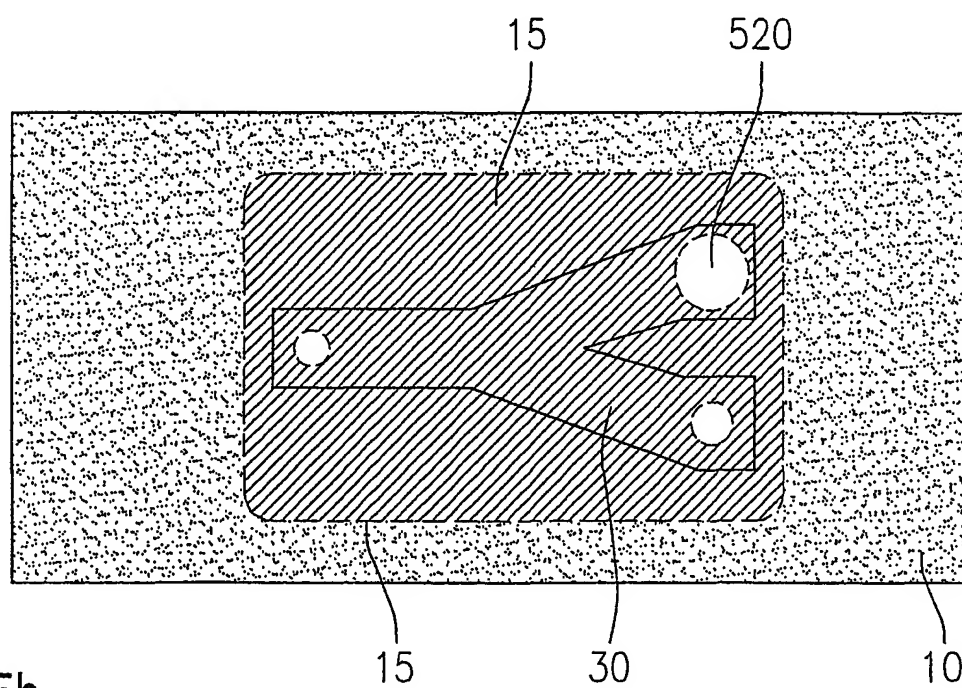


Fig. 5b



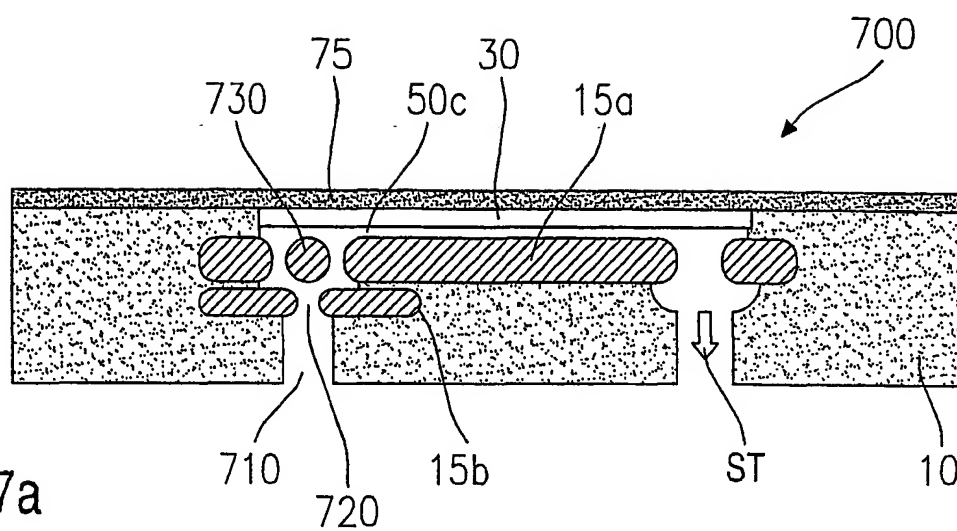


Fig. 7a

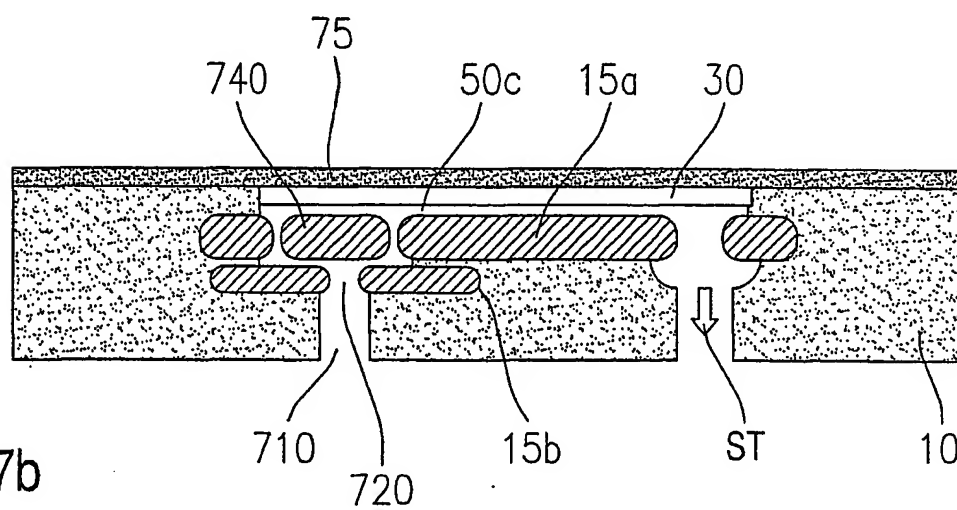


Fig. 7b

7/9

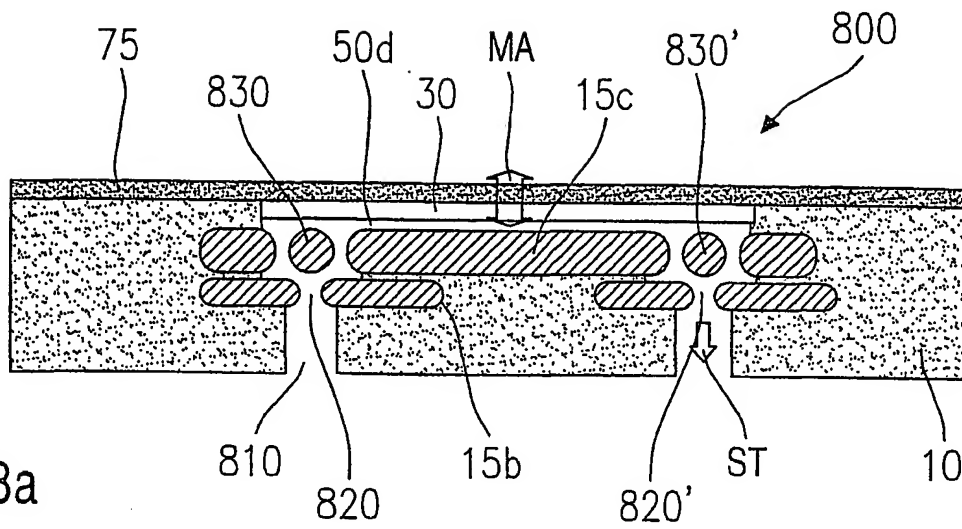


Fig. 8a

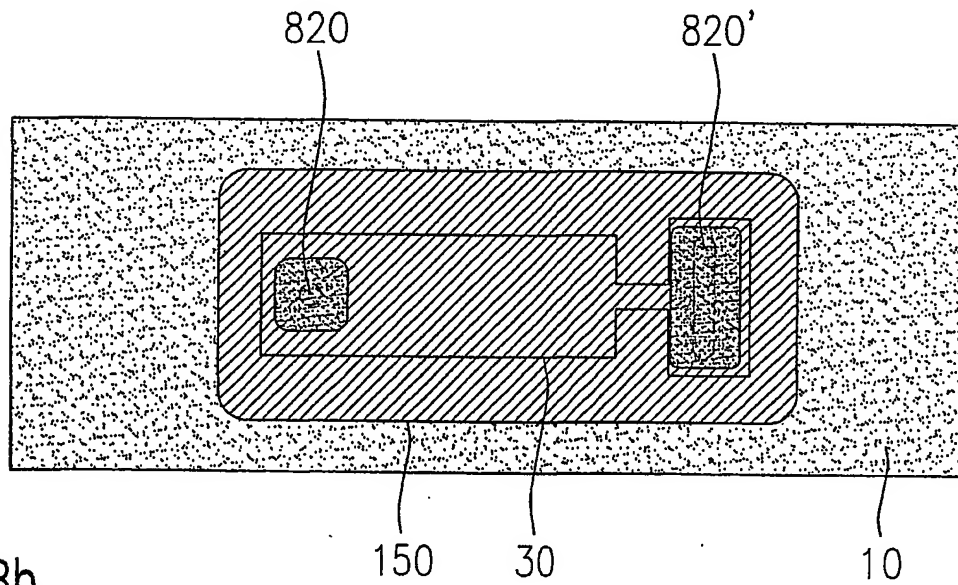


Fig. 8b

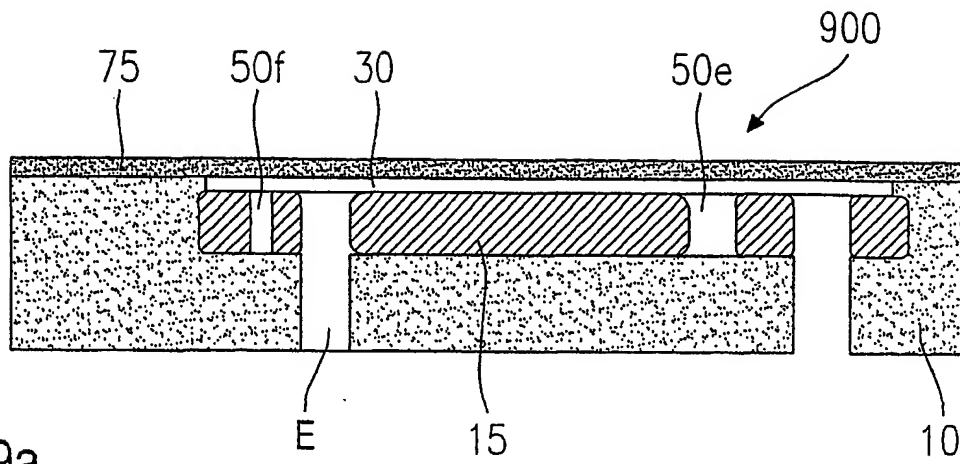


Fig. 9a

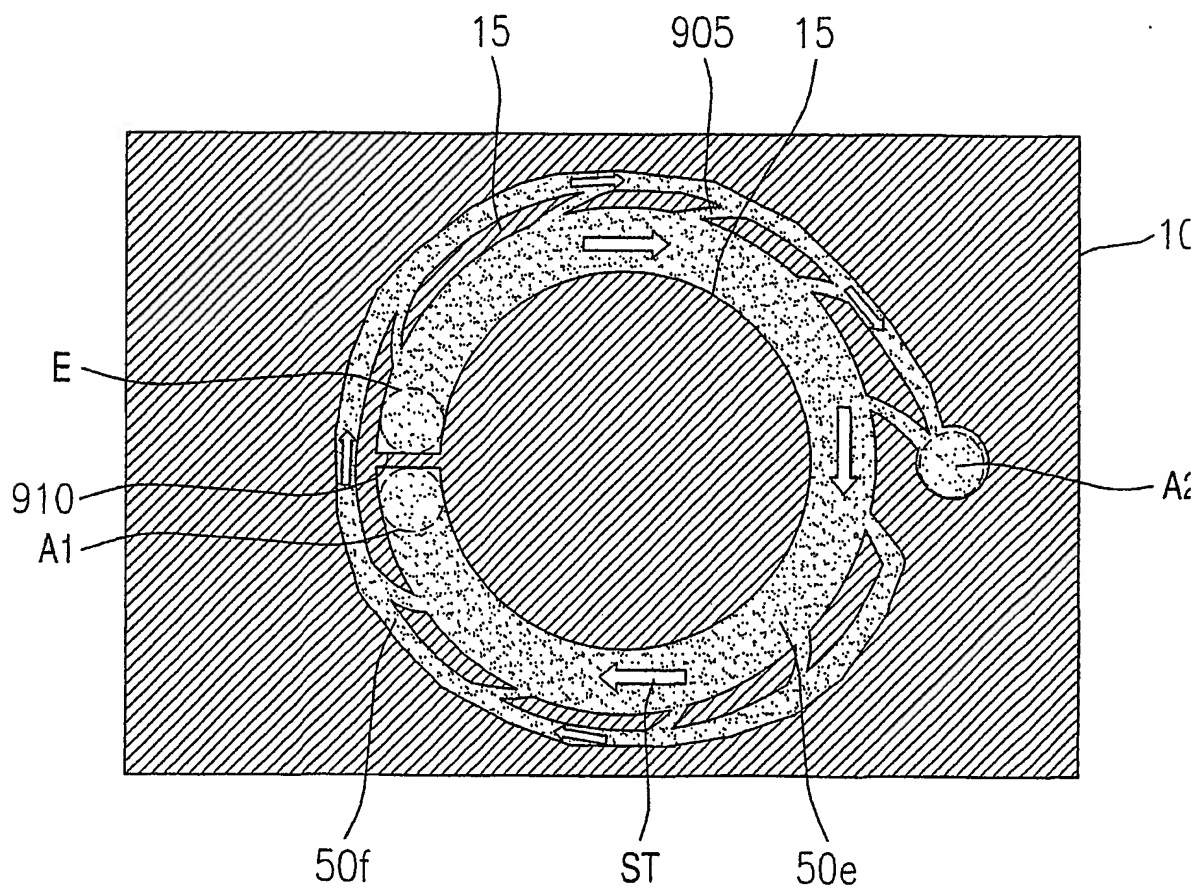


Fig. 9b

9/9

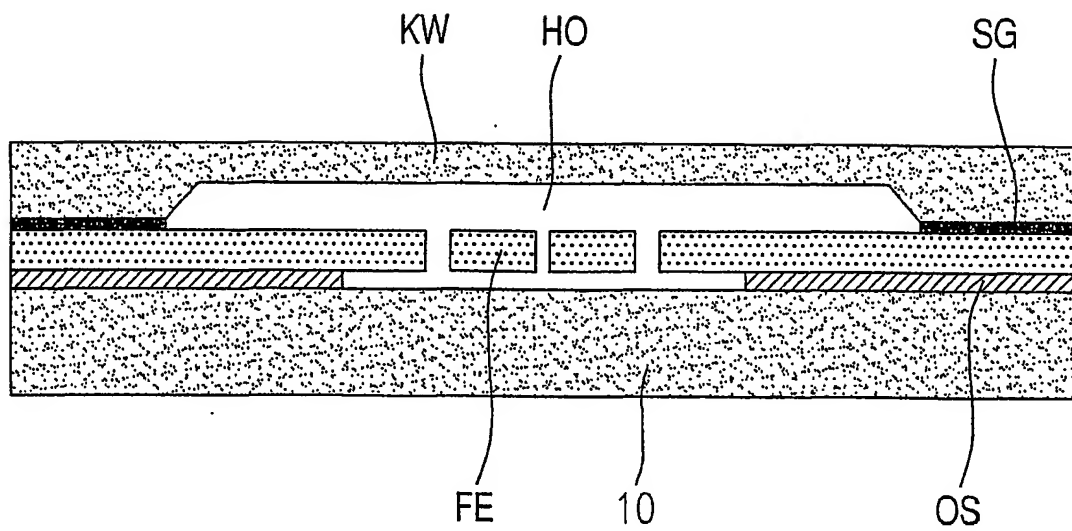


Fig. 10



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 01/03839

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B81B3/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B81B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 747 684 A (SSI TECHNOLOGIES INC) 11 December 1996 (1996-12-11) figures 1,2,4,6,8,10,11,13,15,18,20-24,26 column 3, line 35 -column 12, line 39 ---	1-24
A	WO 99 45583 A (TJERKSTRA RINT WILLEM ;STICHTING TECH WETENSCHAPP (NL)) 10 September 1999 (1999-09-10) figure 3 page 7, line 11 -page 8, line 7 ---	1-24
A	US 5 405 786 A (KURTZ ANTHONY D) 11 April 1995 (1995-04-11) figures 18-22 column 8, line 8 - line 50 ---	1-24
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the International filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 February 2002

Date of mailing of the international search report

07/03/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Polesello, P

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 01/03839

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 97 49475 A (UNIV CALIFORNIA) 31 December 1997 (1997-12-31) figures 1-9, 18-37 page 4, line 29 -page 6, line 35 page 8, line 10 -page 10, line 31 page 13, line 16 -page 19, line 26 -----	1-24
A	EP 1 011 130 A (TOKAI RIKI CO LTD) 21 June 2000 (2000-06-21) figures 1-17 paragraphs '0011!-'0062! -----	1-24

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter 1al Application No

PCT/DE 01/03839

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0747684	A	11-12-1996	CA 2176052 A1	08-12-1996
			DE 69601977 D1	12-05-1999
			DE 69601977 T2	02-12-1999
			EP 0747684 A1	11-12-1996
			JP 9008330 A	10-01-1997
			US 6021675 A	08-02-2000
			US 6118164 A	12-09-2000
			US 5834333 A	10-11-1998
WO 9945583	A	10-09-1999	NL 1008441 C2	03-09-1999
			NL 1010234 C1	03-09-1999
			AU 2860599 A	20-09-1999
			WO 9945583 A1	10-09-1999
US 5405786	A	11-04-1995	US 5376818 A	27-12-1994
WO 9749475	A	31-12-1997	US 5919364 A	06-07-1999
			AU 3310397 A	14-01-1998
			EP 0912223 A1	06-05-1999
			WO 9749475 A1	31-12-1997
EP 1011130	A	21-06-2000	JP 11054478 A	26-02-1999
			EP 1011130 A1	21-06-2000
			WO 9856035 A1	10-12-1998

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**

IPK 7 B81B3/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B81B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 747 684 A (SSI TECHNOLOGIES INC) 11. Dezember 1996 (1996-12-11) Abbildungen 1,2,4,6,8,10,11,13,15,18,20-24,26 Spalte 3, Zeile 35 - Spalte 12, Zeile 39 ---	1-24
A	WO 99 45583 A (TJERKSTRA RINT WILLEM ;STICHTING TECH WETENSCHAPP (NL)) 10. September 1999 (1999-09-10) Abbildung 3 Seite 7, Zeile 11 - Seite 8, Zeile 7 ---	1-24
A	US 5 405 786 A (KURTZ ANTHONY D) 11. April 1995 (1995-04-11) Abbildungen 18-22 Spalte 8, Zeile 8 - Zeile 50 ---	1-24
	-/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*&amp;\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

28. Februar 2002

Absenddatum des Internationalen Recherchenberichts

07/03/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Polesello, P

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 97 49475 A (UNIV CALIFORNIA) 31. Dezember 1997 (1997-12-31) Abbildungen 1-9,18-37 Seite 4, Zeile 29 -Seite 6, Zeile 35 Seite 8, Zeile 10 -Seite 10, Zeile 31 Seite 13, Zeile 16 -Seite 19, Zeile 26 -----	1-24
A	EP 1 011 130 A (TOKAI RIKI CO LTD) 21. Juni 2000 (2000-06-21) Abbildungen 1-17 Absätze '0011!-'0062! -----	1-24

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0747684	A	11-12-1996	CA 2176052 A1 08-12-1996
			DE 69601977 D1 12-05-1999
			DE 69601977 T2 02-12-1999
			EP 0747684 A1 11-12-1996
			JP 9008330 A 10-01-1997
			US 6021675 A 08-02-2000
			US 6118164 A 12-09-2000
			US 5834333 A 10-11-1998
WO 9945583	A	10-09-1999	NL 1008441 C2 03-09-1999
			NL 1010234 C1 03-09-1999
			AU 2860599 A 20-09-1999
			WO 9945583 A1 10-09-1999
US 5405786	A	11-04-1995	US 5376818 A 27-12-1994
WO 9749475	A	31-12-1997	US 5919364 A 06-07-1999
			AU 3310397 A 14-01-1998
			EP 0912223 A1 06-05-1999
			WO 9749475 A1 31-12-1997
EP 1011130	A	21-06-2000	JP 11054478 A 26-02-1999
			EP 1011130 A1 21-06-2000
			WO 9856035 A1 10-12-1998